

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部にガス流路を画定しかつその一端においてガス供給源に接続される誘電体材料の放電管と、前記ガス供給源から前記放電管内に供給される放電用ガスに大気圧又はその近傍の圧力下で気体放電を生じさせるように、前記放電管を挟んで対向配置される電源電極及び接地電極と、前記気体放電により生成される前記放電用ガスの励起活性種を含む反応性ガスを被処理物に向けて噴射させるように、前記放電管の他端に連結される金属材料のノズルと、前記両電極と前記ノズルとの間を遮断する第1誘電体部品とを有することを特徴とする表面処理装置。

【請求項2】 前記ノズルのガス噴射口周辺に開口する排気吸込口と、前記排気吸込口から外部に通じる排気通路とを更に有することを特徴とする請求項1に記載の表面処理装置。

【請求項3】 前記ノズルが、前記排気吸込口の中心に前記ガス噴射口が開口する2重構造であることを特徴とする請求項2に記載の表面処理装置。

【請求項4】 前記排気通路と前記電極との間を遮断する第2誘電体部品を更に有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の表面処理装置。

【請求項5】 前記第2誘電体部品が複数の誘電体部材からなり、互いに隣接する前記誘電体部材が、対応する凹凸部を嵌め合わせて接合されていることを特徴とする請求項4記載の表面処理装置。

【請求項6】 前記隣接する誘電体部材の接合部がガスケットで封止されていることを特徴とする請求項5に記載の表面処理装置。

【請求項7】 前記放電管及び／又は前記ノズルに連結されて、前記ガス噴射口まで至る前記放電用ガスのガス流路を形成するための誘電体材料からなる1又は2以上の通路部材を更に有し、前記通路部材、前記放電管及び前記ノズル間の連結部と前記電極との間に配置され、互いに隣接する誘電体部材が、対応する凹凸部を嵌め合わせて接合されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の表面処理装置。

【請求項8】 前記放電管及び／又は前記ノズルに連結されて、前記ガス噴射口まで至る前記放電用ガスのガス流路を形成するための誘電体材料からなる1又は2以上の通路部材を更に有し、前記通路部材、前記放電管及び前記ノズル間の連結部の少なくとも一部がガスケットで封止されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の表面処理装置。

【請求項9】 前記ガスケットがリングであることを特徴とする請求項6又は8に記載の表面処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、被処理物の表面をエッチング、アッシング、改質し又は薄膜を形成する表

面処理技術に関し、特に大気圧又はその近傍の圧力下でプラズマに生成される励起活性種を用いて局所的に表面処理するための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、大気圧付近の圧力下でのプラズマ放電により生成される励起活性種を利用することによって、真空設備を必要とせずに低コストで被処理物の表面を様々な処理することができる表面処理技術が知られている。大気圧下でのプラズマによる表面処理には、電極と被処理物間で直接気体放電を生じさせ、これにより発生するプラズマに直接曝露させる直接放電方式と、1対の電極間での気体放電によりプラズマを発生させ、それにより生成される励起活性種に被処理物を曝露させる間接放電方式とがある。

【0003】 間接放電方式は、直接放電方式に比べて処理レートが低いので高出力を要求される場合があるが、チャージアップによる被処理物の損傷の虞が無い点で有利である。本願出願人による特開平6-190269号公報には、1対の電極間に電源から高周波電圧を印加して放電を発生させ、両電極間の放電領域を通過するヘリウム、酸素等のガスを励起、イオン化して活性種を生成し、この活性種を含むガスを反応性ガス流としてガス吹き出し口から被処理物に噴出させることによって、被処理物の形状や処理範囲の制限に対応して局所的なドライ洗浄処理を可能にするガン構造の表面処理装置が提案されている。

【0004】 更に、特にこのような大気圧プラズマによる局所的表面処理に適した表面処理装置の典型例が、同じく本願出願人による特開平9-232293号公報に開示されている。この従来装置は、例えば内径1mm以下の狭小な断面を有するガラス等の誘電体材料からなる細い放電管と、該放電管を挟むように対向配置された1対の電極とを備え、放電管先端のノズル部を被処理物の表面に向けて配置する。ガス供給源から放電ガス内に所定のガスを導入しつつ、両電極間で気体放電を発生させることにより生成される励起活性種を含む反応性ガスを、ノズル部から細いガス流として被処理物表面に噴射する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このようなプラズマにより生成される励起活性種は、一般に大気圧下では不安定で寿命が短く、非常に短時間で元の安定した状態に戻る傾向がある。そのため、上述した間接放電式の表面処理では、放電領域とノズル又はガス吹き出し口間の距離をできる限り短くして、常に十分な量の励起活性種が被処理物表面に到達し得るように必要がある。

【0006】 また、上記特開平9-232293号公報に記載されるような放電管には、比較的耐久性・耐熱性に優れたガラス材料を使用するが、それでも一般に金属

材料に比して耐久性が低い。特に放電管先端のノズル寸法を小さくしたときに、耐久性が著しく低下し、しかも加工が困難で高価になるという問題が生じる。しかしながら、単に金属材料で形成したノズルを放電管先端に接続しただけでは、電極とノズル間で放電を起こす虞がある。

【0007】更に、十分な量の励起活性種を生成しかつノズル口径をより小さくしてより局所的な表面処理を可能にするためには、放電用ガスの導入部から放電管、及び放電管からノズルまでの間をそれぞれ複数の管部材を組み合わせて連結する構造が好ましい。この場合、放電用ガスに一般に使用するヘリウムは軽くて漏れやすいので、安定した放電を得るためには、各連結部を十分にシールして特に電極付近への放電用ガスの漏れを防止し、電極からの高周波電場の漏れ、及びそれによる沿面放電の発生を確実に防止する必要がある。

【0008】そこで、本発明の表面処理装置は、上述した従来の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、放電領域と反応性ガスを噴射するノズルとの距離をできる限り短くし、必要に応じてノズル寸法を自由に選択することができ、かつ放電の安定性を向上させて、大気圧プラズマを利用した良好な局所的表面処理を可能にする表面処理装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した目的を達成するためのものであり、内部にガス流路を画定しかつその一端においてガス供給源に接続される誘電体材料の放電管と、ガス供給源から放電管内に供給される放電用ガスに大気圧又はその近傍の圧力下で気体放電を生じさせるように、放電管を挟んで対向配置される電源電極及び接地電極と、この気体放電により生成される放電用ガスの励起活性種を含む反応性ガスを被処理物に向けて噴射させるように、放電管の他端に連結される金属材料のノズルと、両電極とノズルとの間を遮断する第1誘電体部品とを有することを特徴とする表面処理装置が提供される。

【0010】本発明の表面処理装置によれば、このようにノズルを放電管と別個に金属材料で形成することにより、被処理物の形状や構造、処理部位の寸法などの処理条件に対応してノズル寸法を自由に設定し、又はノズル自体を容易に交換してその寸法を変更することができ、かつ第1誘電体部品により金属製ノズルと電極間での放電を防止することができる。

【0011】或る実施例では、前記ノズルのガス噴射口周辺に開口する排気吸込口と、前記排気吸込口から外部に連なる排気通路とを更に有する。これにより、表面処理済みの反応性ガスを、被処理物表面付近から直ぐに排気・回収することができ、例えばアッシングなどにおいて除去した有機物やその他の反応生成物の再付着による汚染を防止できると共に、周辺の領域への影響を少なく

でき、かつ反応性ガスの拡散による大気汚染を防止することができる。

【0012】前記ノズルを、排気吸込口の中心にガス噴射口が開口する2重構造にすると、反応性ガスを噴射した直後に被処理物表面付近から効率良くかつ効果的に回収することができ、特に局所処理において周辺の領域に影響を及ぼす虞が少なく、好都合である。

【0013】或る実施例では、前記排気通路と電極との間を遮断する第2誘電体部品を更に有し、排気される反応性ガスにおける放電の発生を防止し、放電管における放電の安定性を高めることができる。

【0014】第2誘電体部品は複数の誘電体部材から構成することができ、互いに隣接する前記誘電体部材が、対応する凹凸部を嵌め合わせて接合されていると、接合部におけるガスの流通が困難になるので、排気される使用済の反応性ガスを排気通路から電極付近に漏出することを実質的に制限でき、放電管における放電の安定性をより向上させることができる。

【0015】更に、第2誘電体部品の隣接する誘電体部材の接合部が、例えばOリングなどのガスケットで封止されていると、排気通路から電極側への反応性ガスの漏出をより確実に防止することができるので、好ましい。

【0016】別の実施例では、放電管及びノズルに連結されて、ガス噴射口まで至る放電用ガスのガス通路を形成するための誘電体材料からなる1又は2以上の通路部材を更に有し、これら通路部材、放電管及びノズル間の連結部と電極との間に配置される複数の誘電体部材が、対応する凹凸部を嵌め合わせて接合されていることにより、局所処理に対応してノズル寸法を小さくできるだけでなく、ガス通路の連結部から漏出する虞がある放電用ガスの電極付近への回り込みを防止することができる。

【0017】更に別の実施例では、放電用ガスのガス通路を形成するための誘電体材料からなる1又は2以上の前記通路部材、放電管及びノズル間の連結部の少なくとも一部が、例えばOリングなどのガスケットで封止されていることにより、放電用ガスの漏出及び電極付近への回り込みを確実に防止することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に、添付図面を参照しつつ本発明の好適な実施例を詳細に説明する。図1は、本発明による表面処理装置の好適実施例の構造全体を概略的に示している。本実施例の表面処理装置は、テーブル1上に載置されたウエハ2等の被処理物を局所的に表面処理するためのもので、取付部3、ガス導入部4、放電部5及びノズル部6を備える。前記表面処理装置は、取付部3のベース7を支持フレーム8にボルト9等で固定して、ノズル部6の先端がウエハ2の直ぐ上方に位置するように配置される。

【0019】図2に併せて良く示すように、放電部5

は、その中心を上下に貫通するガラス等の誘電体材料で形成された細長い放電管10を有する。放電管10は、その中間部分が図3に示す長方形断面の例えばアルミナ等の誘電体材料からなる保護部材11の中心孔に挿嵌されている。前記放電管及び保護部材の両側には、同じく上下方向に延びる1対の棒状電極12、13が対向配置されている。

【0020】前記両電極には、それぞれ銅ストリップからなるリード14、15の一端が押さえ16a、16bと止めネジ17a、17bとにより結合されている。電源電極12のリード14は、ガス導入部4及び取付部3を貫通して上方に延長し、その他端が外部の高周波電源18に電気的に接続されている。接地電極13のリード15は、放電部5とガス導入部4との接合部から外部に引き出され、接地されている。

【0021】放電部5は、放電管10を中心とする円柱形をなしかつ両電極12、13を外部から絶縁して保持するための誘電体材料の電極ホルダ19を有する。前記電極ホルダは、図3に示すように、その直径付近で垂直方向に分割されかつ接合される2個のホルダ部材19a、19bからなる。一方のホルダ部材19aには、前記保護部材を装着した放電管及び両電極を収容するための凹所20が、その接合面の中央に軸線方向に沿って形成されている。凹所20内には、電極12、13がそれぞれ保護部材11の各面に当接し、かつそれらの中央に放電管10が維持されるように、各電極を中心方向に付する波形の板ばね21a、21bが凹所内壁と電極との隙間に装着されている。

【0022】他方のホルダ部材19bには、ホルダ部材19aと接合したときに凹所20内に入入して、前記両電極が凹所内で動かないようにするべく、その接合面の中央に突部22が形成されている。このとき、前記両ホルダ部材の接合部は、図3に良く示すように、凹所肩部20aを突部内側隅部22aに嵌め合わせることでより接合部が直角に屈曲し、それにより気体を流通し難くして凹所20内部即ち電極付近を外部から遮断している。電極ホルダ19は、ボルトで締め付けられた下部ケーシング部材23により外側から一体に保持固定される。

【0023】ノズル部6は、図2に良く示すように、その中心孔に放電管10の下端を嵌合させて連結され、かつその先端にガス噴射口24が開口する金属製のノズルチップ25を有する。ノズルチップ25は放電管10とは別個の部品として金属材料で形成したことにより、ガス噴射口24は、局所的表面処理に適した所望の微細寸法に比較的容易に加工することができる。また、金属製のノズルチップは、従来のガラス等の誘電体材料に比べて、剛性が高く耐久性に格段に優れ、破壊の虞が少なく、メンテナンスが容易である。別の実施例では、ガス噴射口の口径及びノズル形状は、ノズルチップ自体を交換することにより、容易に変更できる。

【0024】更にノズル部6は、その下端に前記ノズルチップ先端の外径より大きい円孔を開設した環状円錐形をなす金属製のノズルホルダ26を有する。ノズルチップ25は、その先端がノズルホルダ26の前記円孔の中心を貫通し、かつ該ノズルホルダの下端より僅かに下方に突出するように、その外周に嵌装した金属製のリテーナ27を介してノズルホルダ底部に着座する。これにより、ガス噴射口24の周囲には、図4に示すように、前記円孔との隙間により環状の排気吸込口28が確定される。リテーナ27には、その上下両面にそれぞれ直径方向の凹溝27a、27bが十字状に形成されている。

【0025】リテーナ27の上には、該リテーナ及びノズルチップと両電極12、13間での放電を防止するべく、側面が下向きに傾斜した円錐台形をなすアルミナ等の誘電体材料からなる絶縁部材29が配置されている。絶縁部材29は、その中心を放電管10が貫通し、かつその上面中央に形成された凹所30内に保護部材11が突入して、その下端が該凹所底面に当接している。従って、保護部材11と絶縁部材29との接合部は、保護部材の下端を凹所30に嵌め合わせることでより接合部が直角に屈曲し、接合部におけるガスの流通を困難にして、電極付近の空間を放電管10下端とノズルチップ25との連結部から遮断している。

【0026】また、絶縁部材29上面には、その外周縁に段差31が形成されている。電極ホルダ19の下面には、段差31の肩部に対応する段差32が形成されている。前記絶縁部材と電極ホルダとは、図2に良く示すように、段差31の肩部31aを段差32の凹部32aに嵌め合わせて、更に段差31と電極ホルダ19下面との間にガスケット33を挟装して接合される。前記ガスケットには、例えばシリコンゴム製シールなどを用いることができる。このガスケットの柔軟性により、前記絶縁部材と電極ホルダとの接合部を気密にシールするだけでなく、両者の凹凸部分を嵌め合わせたときの接合部の寸法誤差を吸収することができる。

【0027】上述したように接合された前記絶縁部材及び電極ホルダとノズルホルダとの間には、円錐状の狭い隙間34が確定されている。この隙間により、リテーナの凹溝27aを介して排気吸込口28に連通する排気通路が形成される。図4に示すように、ノズルホルダ26上部の短円筒部分26aには、前記隙間内に開口する排気管35が外側から螺着されており、この排気管を介して前記排気通路が外部の排気ポンプに接続されている。

【0028】ここで、前記絶縁部材と電極ホルダとが、上述したように互いにその段差の凹凸部分を嵌め合わせて接合されかつ接合面にガスケットを装着したことにより、隙間34と電極ホルダの凹所20内部とが気密に遮断されるので、前記排気通路を流れる使用済みの反応性ガスが電極付近に回り込んで、浴面放電を生じさせる虞がない。また、放電管10とノズルチップ25との連結

部から漏れ出した反応性ガスは、前記排気ポンプの吸引力により、概ねリテーナ上面の凹溝27を介して排気通路に流れ、前記使用済みガスの共に排気される。

【0029】図5に示すように、放電管1の上端は、テフロン等の絶縁材料からなる連絡部材36を介して、アルミナ等の誘電体材料からなるガス導入ブロック37のガス通路38に連結されている。前記連絡部材と放電管及びガス導入ブロックとの間には、それぞれOリング39、40が装着され、それらの連絡部を気密にシールしている。ガス通路38は、前記ガス導入ブロックを保持する上部ケーシング部材41の外面に露出されたジョイント42を介して、外部のガス供給源に接続された配管43に連結されている。前記ジョイントとガス導入ブロックとの連結部にも、同様にこれを気密にシールするためのOリング44が装着されている。

【0030】ガス導入ブロック37と電極12、13との間には、その中心を放電管1が貫通する円柱状をなし、アルミナ等の誘電体材料からなる中間部材45が配置されている。前記中間部材は、その上面が前記ガス導入ブロック及びジョイントの下面に当接し、かつその下面中央には、絶縁部材29の凹所30と略同じ凹所46が形成されている。凹所46内には、その底面に当接するように保護部材11の上端が突出している。前記保護部材と中間部材との接合部は、同様に保護部材の下端を凹所46に嵌め合わせることににより接合面が直角に屈曲し、ガスの流通を困難にして前記保護部材と放電管との隙間を電極ホルダの凹所20内部、即ち電極付近の空間から遮断している。

【0031】上部ケーシング部材41と共にガス導入ブロック37を保持し、かつ下部ケーシング部材23との間に結合される中間ケーシング部材47には、その内面全面を覆うようにテフロン等の絶縁材料からなるスリーブ48が装着されている。前記スリーブは、その下端を電極ホルダ19上面に当接させ、かつその上端とガス導入ブロック37下端との間にガスケット49を装着されている。これにより、中間ケーシング部材47と電極12、13との間を気密に遮断し、かつそれらの間の放電をより確実に防止することができる。

【0032】使用時には、従来の大気圧プラズマによる表面処理と同様に、所望の表面処理に適した放電用ガスを前記ガス供給源から配管43、ジョイント42及びガ

ス通路38を介して絞りながら放電管10内に所定の流量で供給し、これと同時に高周波電源18から両電極12、13間に所定の高周波電圧を印加して、前記放電管内部に安定した気体放電を発生させる。この放電により作られる高密度のプラズマにより放電管10内部に励起活性種が生成され、この励起活性種を含む反応性ガスが、ノズルチップ25により更に絞られて、ガス噴射口24から細い噴流50として被処理物2表面に向けて噴射される。このように段階的にガス流を絞ることにより、被処理物2表面の微小な領域を局所的に表面処理することができる。

【0033】表面処理を終えた使用済みの反応性ガスは、前記排気ポンプの作動により排気吸込口28から吸引され、前記表面処理により生じた反応生成物、例えばアッシング処理により除去された有機物と共に、前記排気通路を介して強制的に外部に排気される。上述したようにガス噴射口24を排気吸込口28の中心にかつそれより僅かに突出する位置に設けたことにより、前記反応性ガスはガス噴射口から被処理物2の目的部分に確実に当てられ、かつ処理後は大気中に拡散することなく被処理物表面付近から直ぐに排気することができる。これにより、排気ガスが周囲の環境を汚染したり悪影響を与える虞が無く、また被処理物表面から除去された物質の再付着が有効に防止される。

【0034】上述した本発明の構成により、前記ガス供給源からガス噴射口24までのガス通路、及び排気吸込口28から排気管35までの排気通路がそれぞれ前記電極付近から気密にかつ電磁的に遮断されているので、放電用ガス及び使用済みの反応性ガスが電極付近に回り込んで浴面放電を発生させる虞がない。従って、放電管1内では常に安定した放電が得られ、良好な表面処理を行うことができる。

【0035】実際に本実施例の表面処理装置を用いてウエハ表面を局所的にエッチング処理する実験を行ったところ、以下の表1に示す結果が得られた。放電用ガスには、ヘリウムとC₂F₄との混合ガスを使用した。比較例として、上記特開平6-190269号公報等に記載される従来構造の大気圧プラズマによる表面処理装置を用いて、同様のエッチング処理を行った。

【0036】

【表1】

	従来	本発明
放電開始出力	25W	25W
最大印加出力	350W	650W
エッチングレート	30ppm/s	120ppm/s
He流量下限値	500SCCM	300SCCM

【0037】この実験結果によれば、エッチングレートが従来に比して4倍となり、処理効率が大幅に向上して

いることが分かる。これと同時に、最大印加出力が1.5倍以上に高くなり、かつヘリウム使用量が減少してい